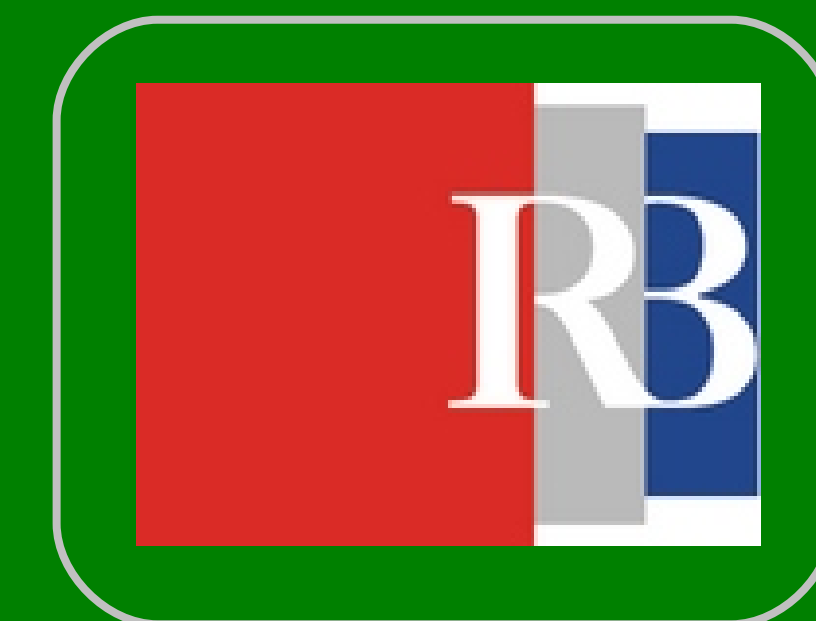


## OKOLIŠ

# FARMACEUTSKI SPOJEVI I ILEGALNE DROGE – ZANEMARENE KATEGORIJE ZAGAĐIVALA OKOLIŠA

Ivan Senta

Laboratorij za analitiku i biogeokemiju organskih spojeva, Zavod za istraživanje mora i okoliša



## Uvod



Problem antropogenih zagađivala u okolišu aktualan je već nekoliko desetljeća. Osim klasičnih prioritetnih tipova zagađivala čije je unošenje u okoliš ograničeno propisima, postoji velik broj nereguliranih antropogenih spojeva za koje kriteriji za procjenu okolišnog rizika još nisu doneseni te nije predviđeno njihovo stalno praćenje u okolišu. Među najzanimljivije skupine takvih novih zagađivala pripadaju farmaceutski spojevi i ilegalne droge. Ti se spojevi odlikuju vrlo visokom biološkom aktivnošću, a proizvode se u značajnim količinama. Tako se, primjerice, godišnja svjetska proizvodnja farmaceutika procjenjuje na 100 000 do 200 000 tona. Među različitim skupinama farmaceutskih spojeva posebnu pozornost privlače antibiotici i to ponajprije zbog mogućnosti razvoja rezistentih bakterijskih sojeva koji mogu nastati uslijed dugotrajne izloženosti bakterija antibioticima, što predstavlja veliku opasnost i za ljudsko zdravlje.

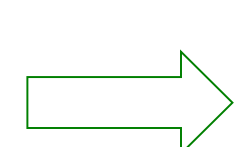
Glavni izvori farmaceutskih spojeva i ilegalnih droga u okolišu su komunalne otpadne vode. Naime, nakon uzimanja, određena se količina lijeka ili ilegalne droge metabolizira u tijelu, ali značajan se postotak može izlučiti i u nepromijenjenom obliku. Na taj način tragovi lijekova i droga, kao i njihovih metabolita, dospijevaju u komunalne otpadne vode. Utvrđeno je da zbog nepotpunog uklanjanja ovih spojeva u konvencionalnim uređajima za obradu otpadnih voda dolazi do zagađenja prirodnih vodotoka.

U novije se vrijeme određivanje tragova ilegalnih droga i/ili njihovih metabolita u komunalnim otpadnim vodama upotrebljava i u forenzičke svrhe, odnosno za procjenu potrošnje zabranjenih droga [1, 2]. Ovaj inovativan pristup predstavlja vrlo korisnu i obećavajuću metodu za procjenu trendova zlouporabe droga u realnom vremenu.



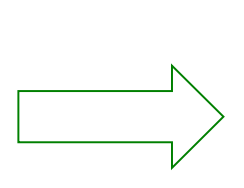
## Metodologija

- niske koncentracije analita
- vrlo složeni okolišni uzorci

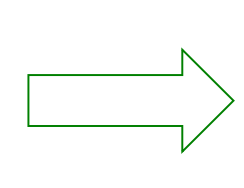


vrlo osjetljive i specifične instrumentalne tehnike (vezani sustav tekućinska kromatografija – tandemna spektrometrija masa (LC-MS/MS), [2, 3])

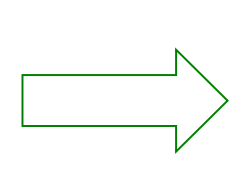
uzorkovanje



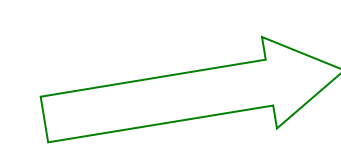
filtracija



ekstrakcija na čvrstoj fazi (SPE)



instrumentalna analiza (LC-MS/MS)



masena koncentracija droge ili metabolita u otpadnoj vodi (g/m<sup>3</sup>)

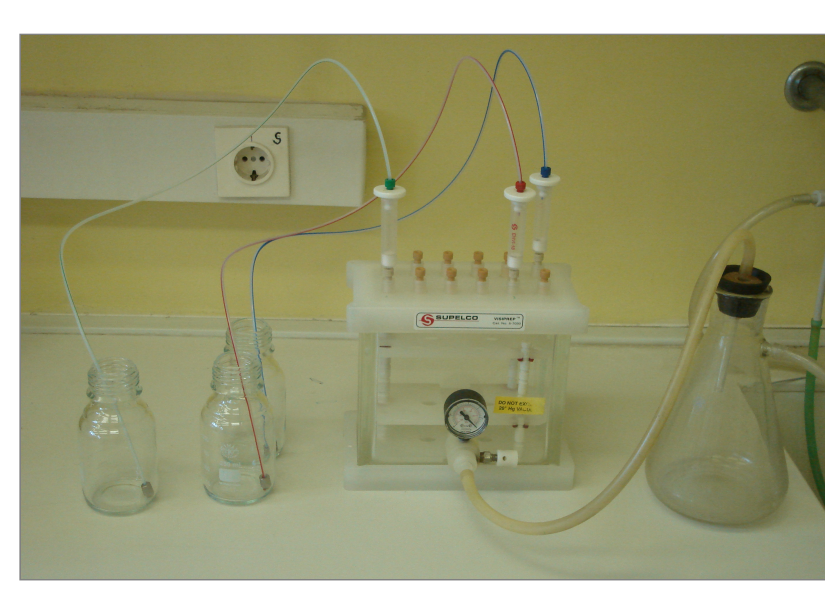
protok otpadne vode na ulazu u uređaj za obradu otpadnih voda (m<sup>3</sup>/dan)

dnevni maseni unos = dnevno izlučena masa (g/ dan)

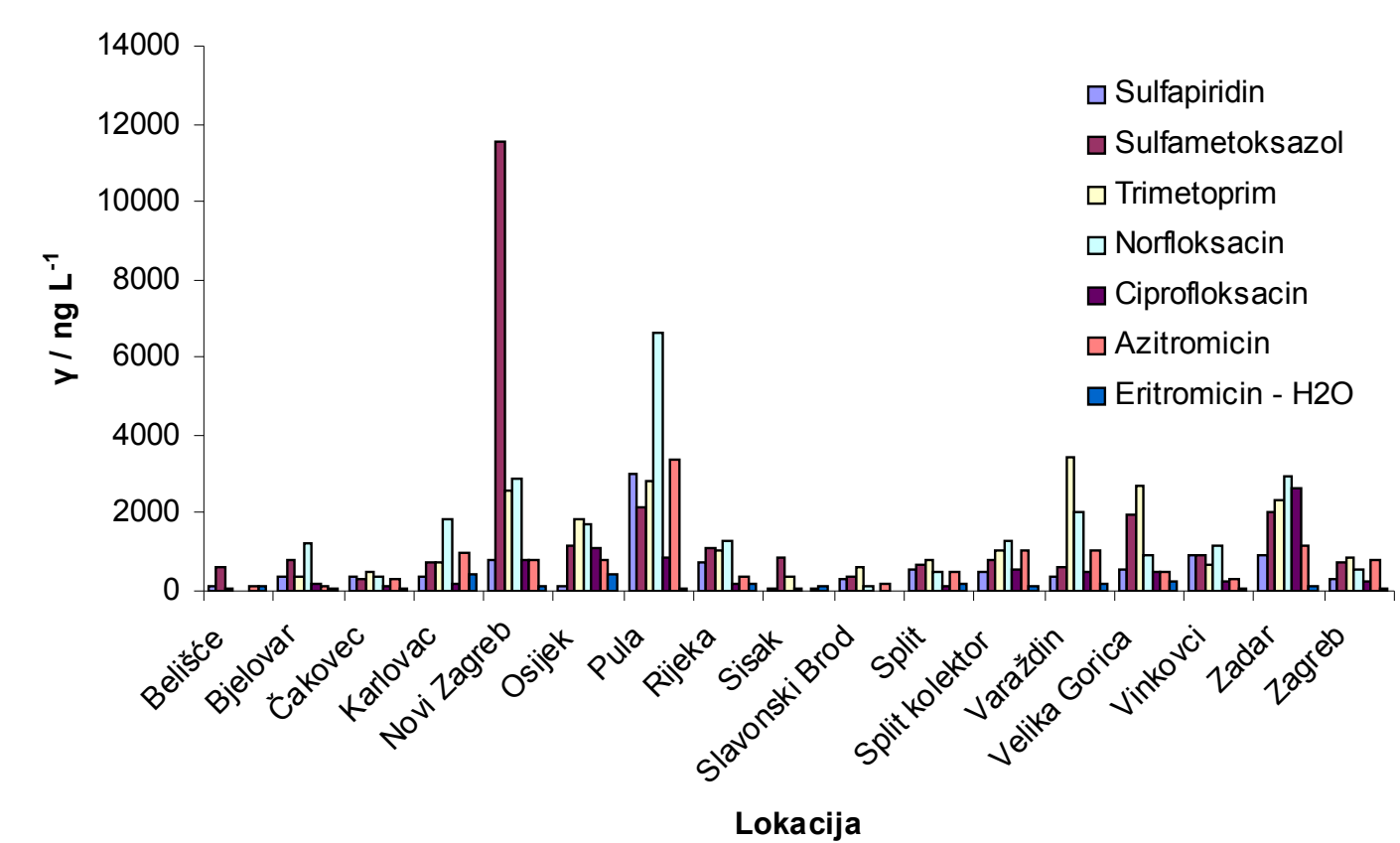
molarni omjer droge i metabolita

postotak izlučivanja

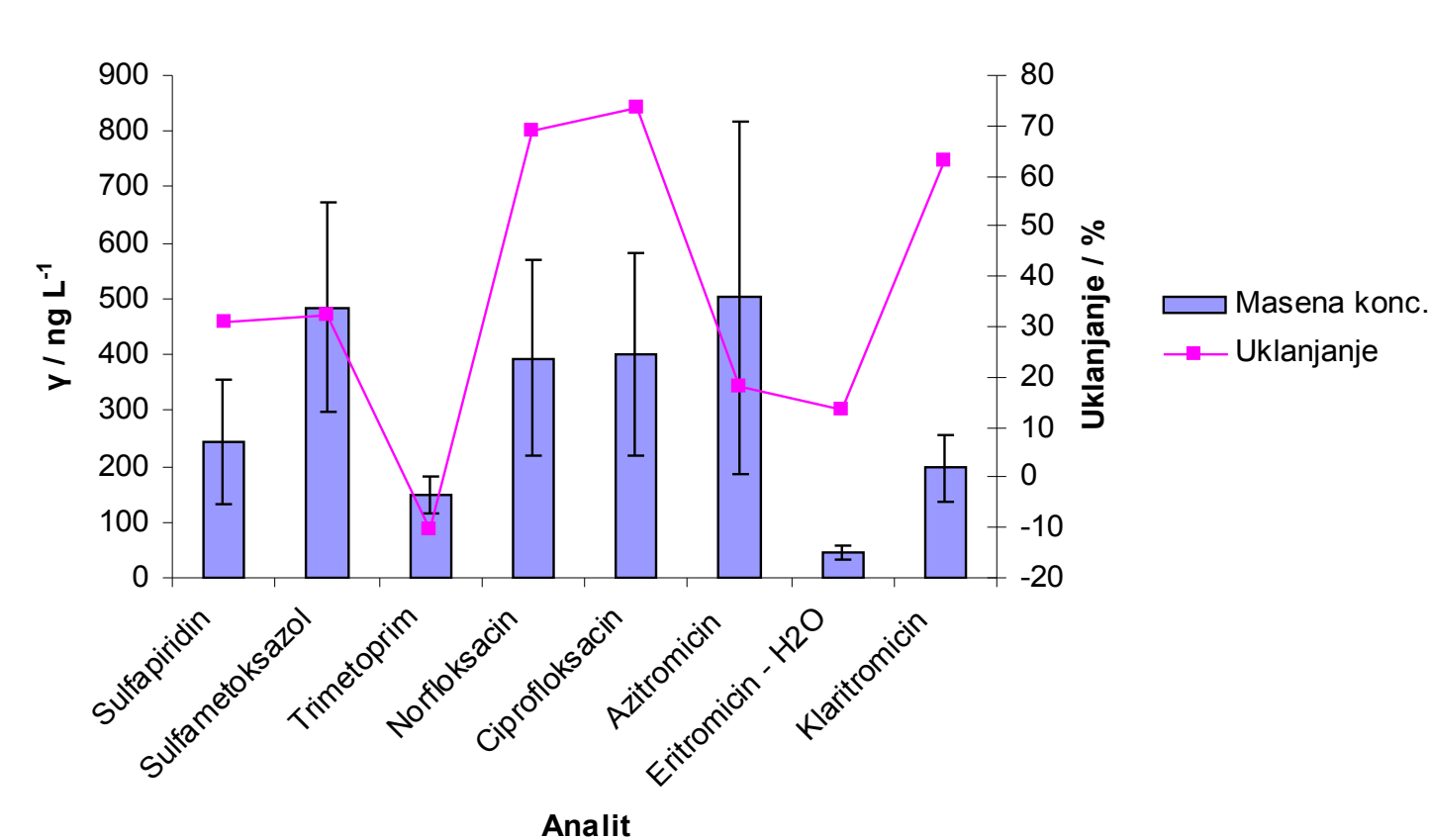
dnevna potrošnja droge (g)



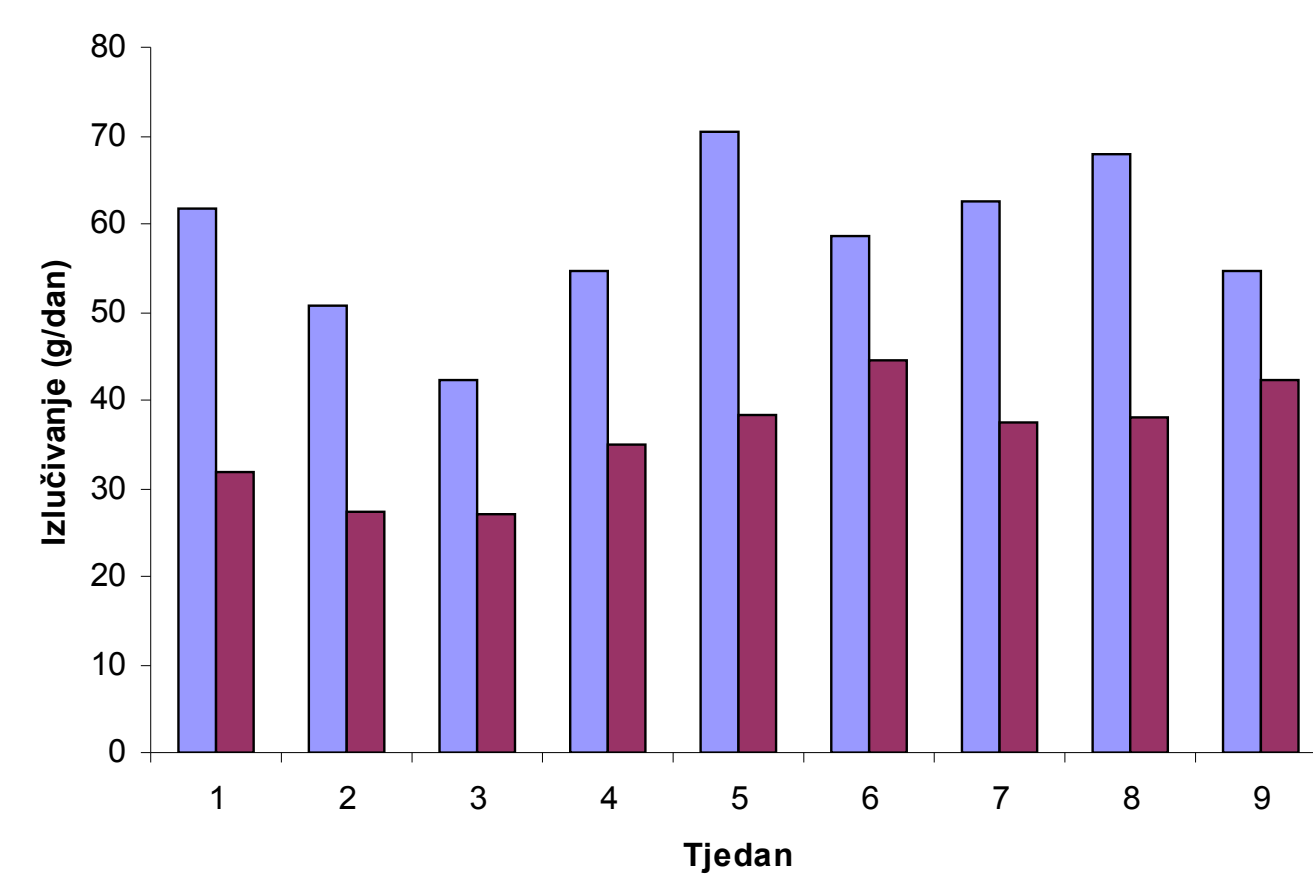
## Rezultati



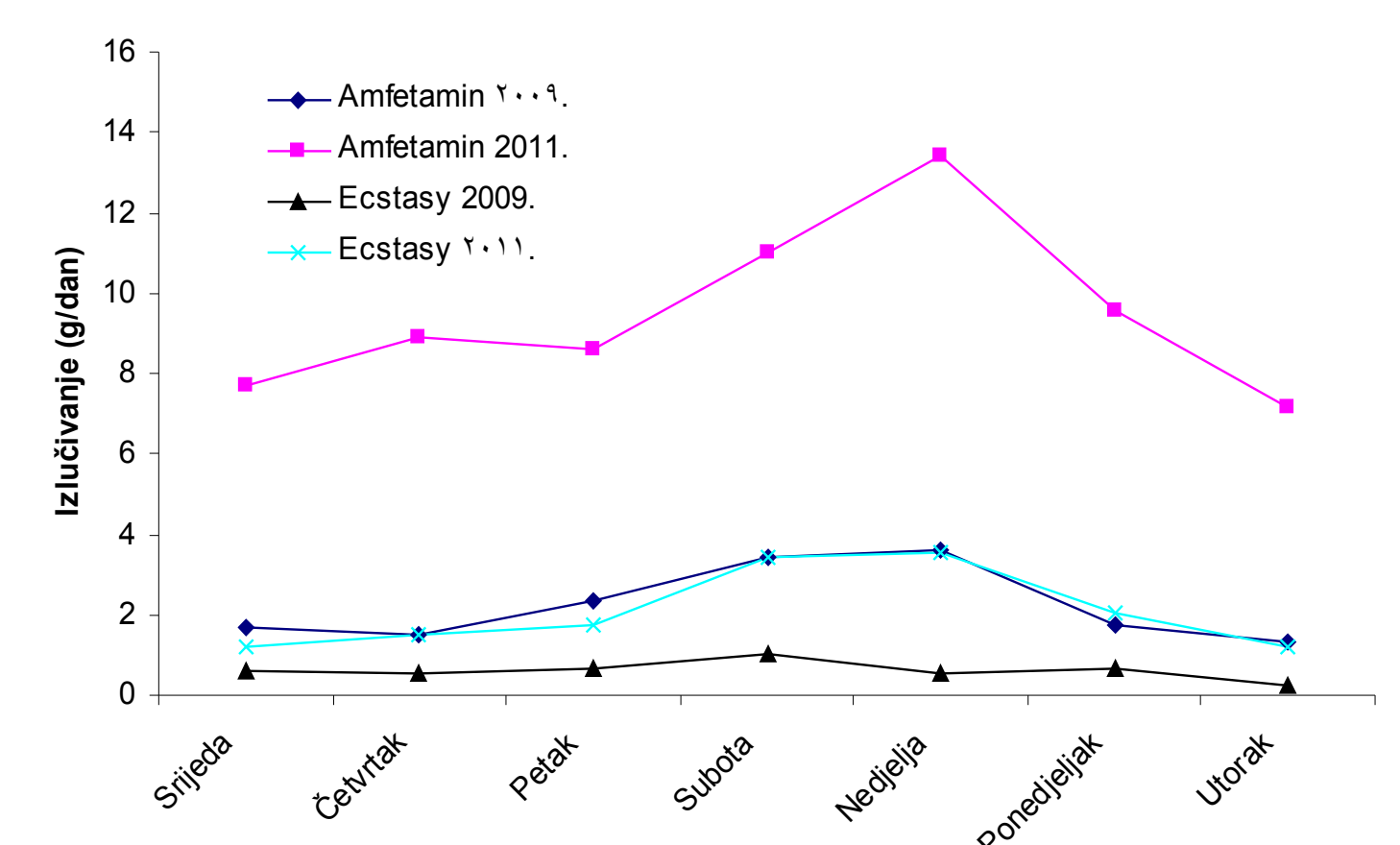
Rasprostranjenost antibiotika u komunalnim otpadnim vodama hrvatskih gradova (2005.)



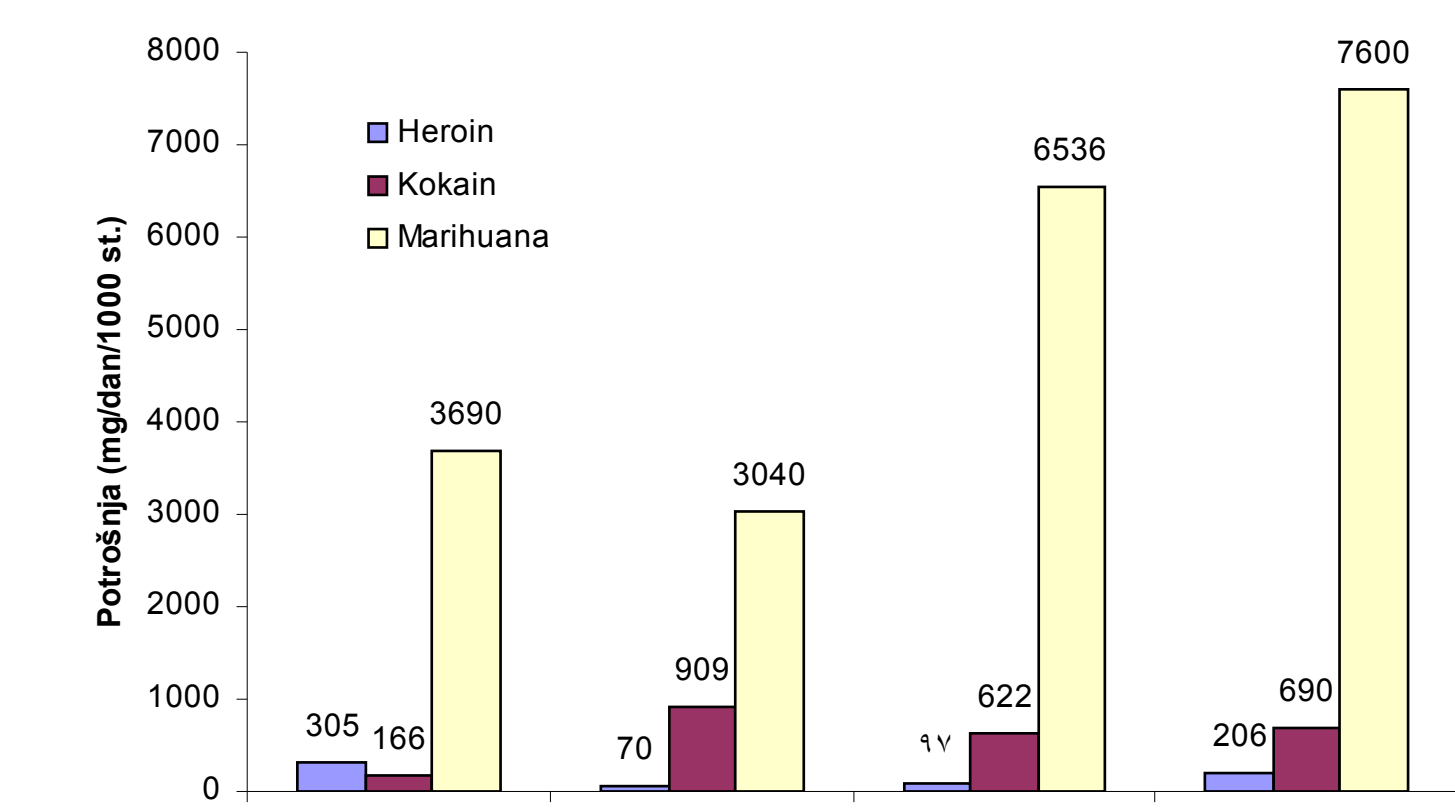
Rasprostranjenost antibiotika u komunalnoj otpadnoj vodi Grada Zagreba i uklanjanje u uređaju za obradu otpadnih voda (2009.)



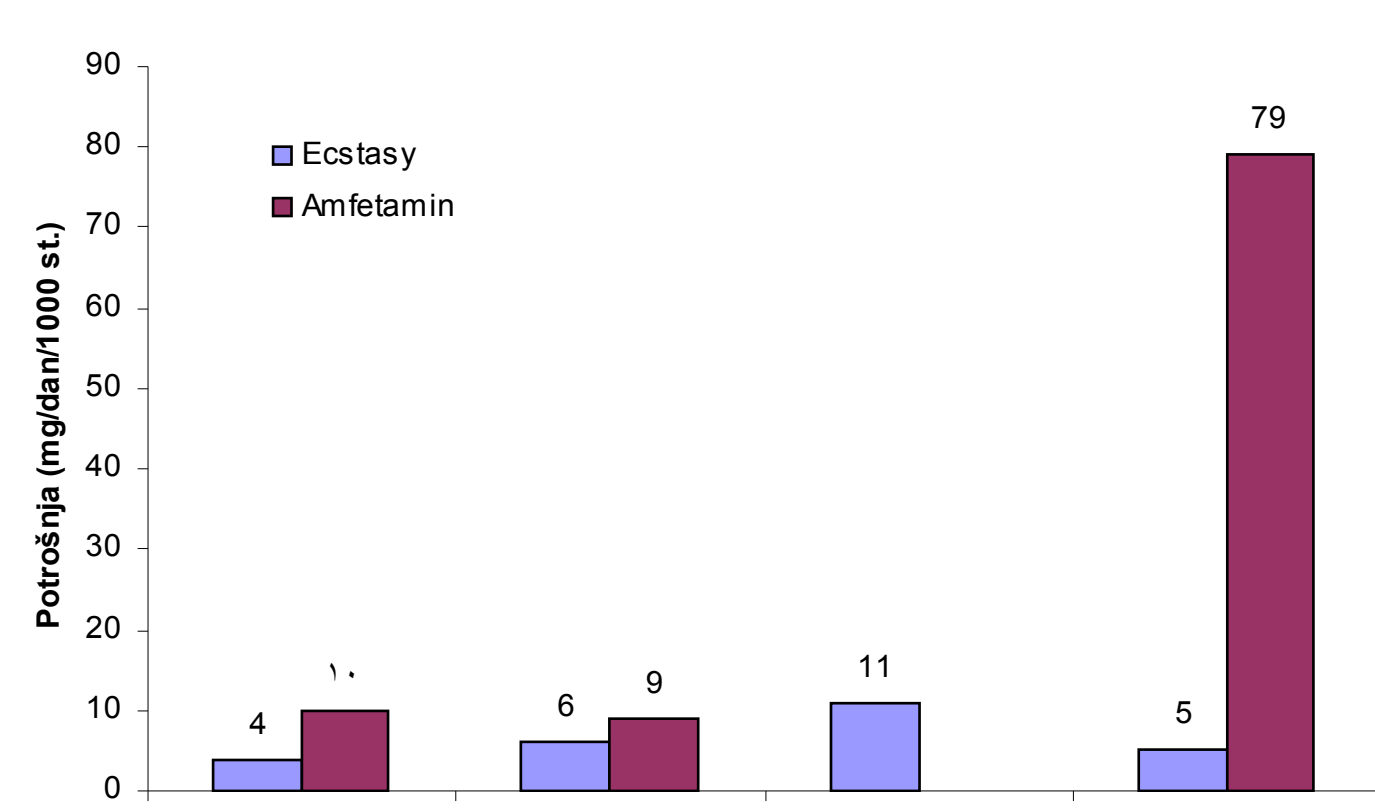
Tjedna dinamika izlučivanja benzoilegonina (metabolita kokaina) u Gradu Zagrebu (2009.)



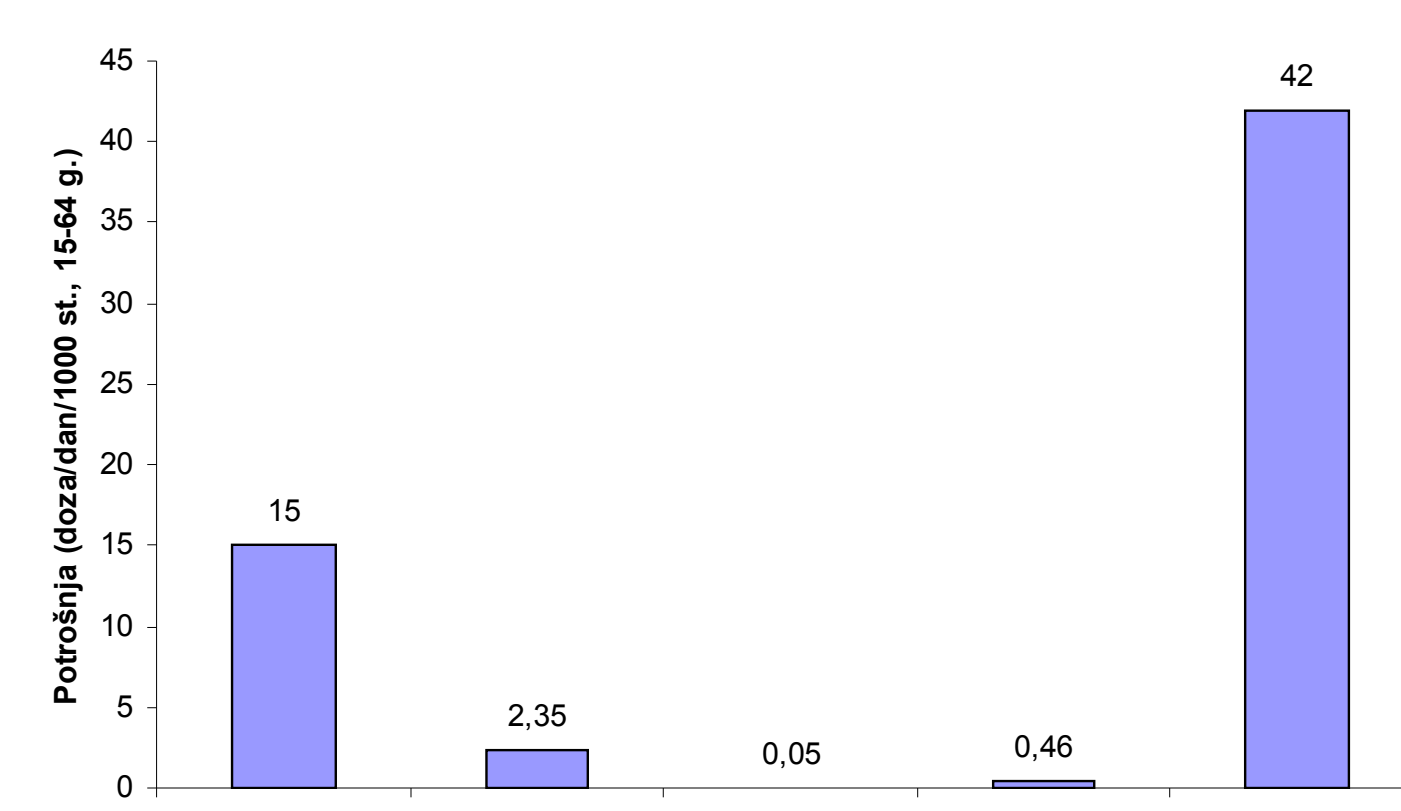
Usporedba dnevne dinamike izlučivanja amfetaminskih droga u Gradu Zagrebu 2009. i 2011.



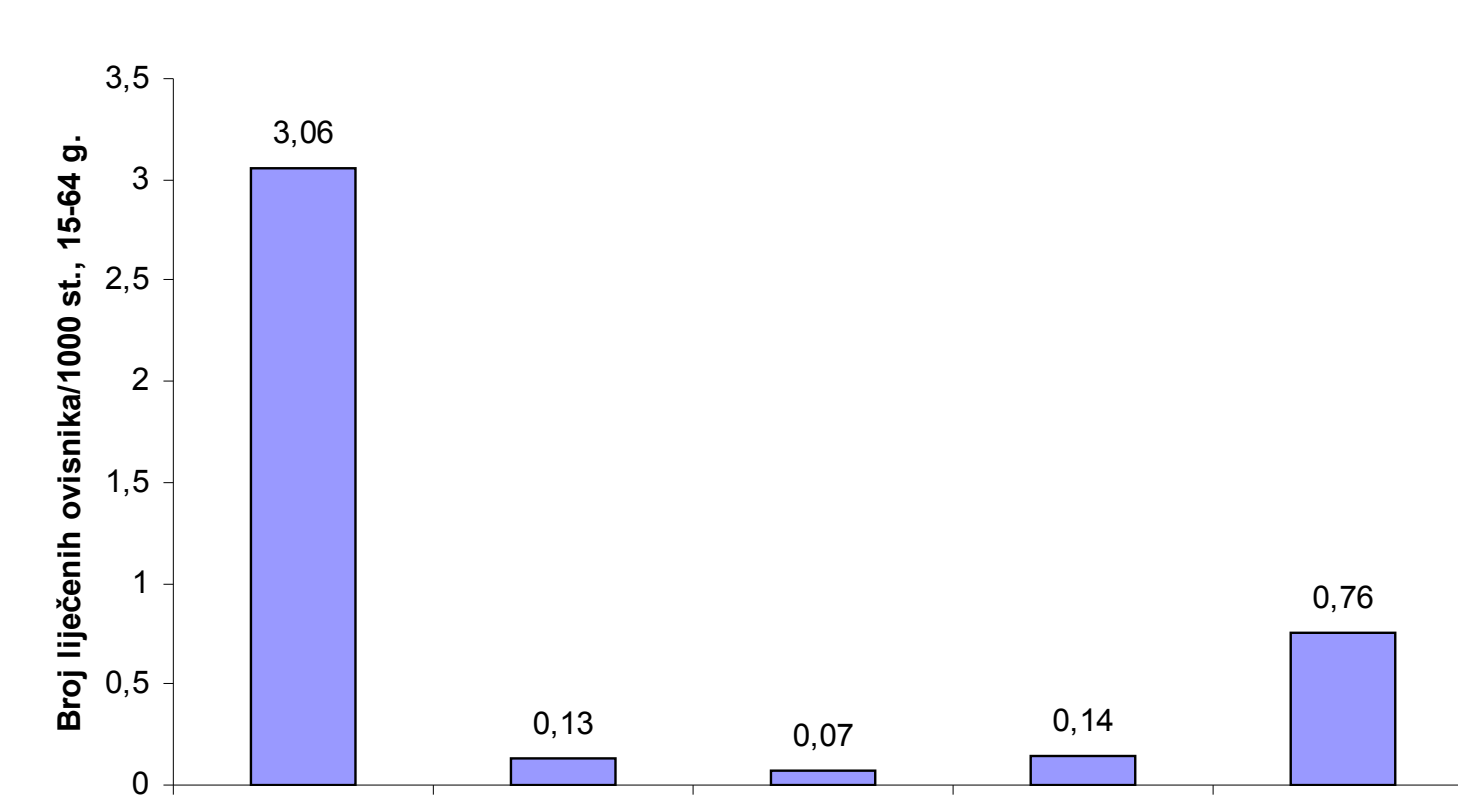
Usporedba potrošnje heroina, kokaina i marihuane u 4 europska grada



Usporedba potrošnje amfetaminskih droga u 4 europska grada



Procjena potrošnje ilegalnih droga u Zagrebu 2009.



Broj liječenih ovisnika u Zagrebu ovisno o tipu droge 2007. (epidemiološki podaci)

## Zaključci

- Koncentracije antibiotika u komunalnim otpadnim vodama hrvatskih gradova kreću se u rasponu od nekoliko desetaka ng L<sup>-1</sup> do nekoliko µg L<sup>-1</sup>.
- Njihovo uklanjanje u konvencionalnim uređajima za obradu otpadnih voda je nepotpuno.
- Prema potrošnji ilegalnih droga na području Grada Zagreba prednjači marihuana, nakon čega slijede heroin i kokain, dok je potrošnja amfetaminskih droga značajno niža, ali u porastu. Potrošnja kokaina je manja, a potrošnja heroina veća u odnosu na neke europske gradove u kojima su rađena slična istraživanja.
- Kod tzv. rekreativnih droga, poput kokaina i ecstasy, uočava se jasan trend porasta potrošnje tijekom vikenda u usporedbi s radnim danima.
- Usporedba s epidemiološkim podacima pokazuje da je liječenjem obuhvaćeno približno 40 % ovisnika o heroinu i manje od 10 % ovisnika o kokainu na području Grada Zagreba.

## Literatura

- E. Zuccato, C. Chiabrando, S. Castiglioni, R. Bagnati, R. Fanelli, Environ. Health Persp. **116** (2008) 1027-1032.
- S. Terzić, I. Senta, M. Ahel, Environ. Pollut. **158** (2010) 2686-2693.
- I. Senta, S. Terzić, M. Ahel, Chromatographia **68** (2008) 747-758.

## Zahvale

Prezentirani rezultati financirani su zahvaljujući temeljnim znanstvenim projektima MZOS-a, EU FP6 projektu 'EMCO' i projektu određivanja droga u komunalnoj otpadnoj vodi kojeg je financirao Grad Zagreb. Zahvaljujem se koautorima prof. dr. Marijanu Ahelu i dr. Senki Terzić te Nenadu Muhinu.